

PERDA DE AÇO E CONCRETO

ESTUDO DE CASO

João Batista Barbosa da Fonseca;
Jair João Gonzaga; Lurdete Cadorin Biava;
José Antonio Bourscheid;
Robson Veloso Duarte Silva;
Monique de Oliveira Minichiello

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia
de Santa Catarina - IF-SC
Av. Mauro Ramos, 950, Florianópolis/SC. CEP 88020-300
E-mail: jbou@ifsc.edu.br

Resumo: Atualmente está sendo muito discutida a questão referente à qualidade na construção civil. Presença importante nestas discussões é a ocorrência de perdas em todo o processo de produção e edificação, como mão-de-obra, equipamentos, materiais etc. O propósito deste artigo é apresentar um estudo que consiste em encontrar as causas dos desperdícios do aço e do concreto, assim como onde predominantemente eles ocorrem. A metodologia aplicada neste estudo de caso se trata de investigações realizadas na obra “CEZARIUM RESIDENCE CLUB” que vem sendo executada no Bairro Campeche, na cidade de Florianópolis-SC, pela construtora FORMACCO CEZARIUM EDIFICAÇÕES. Partiu de uma busca teórica sobre o tema em teses, dissertações e não se limitando ao âmbito teórico. Os resultados alcançados comprovam a perda na execução, na quantificação dos projetos e ainda, nos casos específicos do concreto e do aço. Concluiu-se que há a necessidade de uma melhor apuração na etapa executiva, assim como na conscientização dos funcionários quanto ao controle de materiais na execução dos serviços.

Palavras Chave: perda de aço e concreto, redução de custo na construção civil, reaproveitamento do aço e do concreto, PBPQH

1 Introdução

Empresas que durante anos sobreviveram utilizando a cultura do repasse de custos, ou seja, transferindo suas ineficiências operacionais ao invés de diminuí-las, estão sendo expulsas do mercado (PICCHI 1993).

Segundo SCARDOELLI (1995), não devem empresas compor o preço do seu produto final através da soma dos custos de produção e os lucros previamente arbitrados, e sim, que o preço do produto final seja determinado pelo mercado, resultando em redução significativa da margem de lucro e obrigando as empresas a reduzirem seus custos de produção.

Diante desse contexto, devem ser discutidas as perdas tanto do aço quanto do concreto, por serem ambos os primeiros custos de avaliação do Custeio Baseado em Atividade (ABC). A partir destas averiguações, desenvolvem-se um estudo de caso sobre as causas de desperdício desses materiais e onde ocorrem.

As investigações foram feitas na obra “CEZARIUM RESIDENCE CLUB”, que vem sendo executada no Bairro Campeche, na cidade de Florianópolis-SC, pela construtora FORMACCO CEZARIUM EDIFICAÇÕES. O complexo residencial, que abrigará 126 unidades, já está com 75% das estruturas dos blocos levantadas. Cada bloco possui dois apartamentos no pavimento térreo com garagens ao redor, mais dois pavimentos tipos com oito apartamentos cada e um pavimento ático com três apartamentos, casa de máquinas e caixa d'água.

O objetivo do estudo apresentado neste artigo consiste na análise quanto à existência de perda excessiva de aço e concreto nas construções, assim como as razões deste excesso.

A construtora, cuja obra será objetivo do estudo de caso desta pesquisa, está englobada há quase um ano no nível "A" do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H). Como característica do residencial, cita-se a estrutura em concreto usinado.

2 Em busca das perdas de materiais

O estudo sobre perdas na Indústria da Construção Civil foi iniciado no ano de 1963, e o foco principal foi a perda de materiais em canteiros de obras ingleses, onde observou-se a incidência e a natureza das perdas.

Em 1976, SKOYLES classificou as perdas em diversas formas, as quais André Guerreiro (2002, 30) explica em sua tese do seguinte modo:

Segundo sua natureza:

a) Perdas diretas que são definidas como aquelas em que os materiais são destruídos ou danificados e não podem ser utilizados no processo de construção, exceto pela sua reciclagem ou pelo emprego em usos pouco nobres;

b) Perdas indiretas que são aquelas que os insumos ficam incorporados à construção, acarretando um acréscimo de custo; subdividem-se estas ainda em perdas por substituição, produção e negligência.

Segundo a etapa do processo construtivo, o autor classifica:

a) Grupo A, com perdas nas etapas de transporte externo, recebimento, estocagem, transporte interno;

b) Grupo B, com perdas ocorridas na produção; e

c) Grupo C, com perdas que podem ocorrer em qualquer etapa do processo, como roubo, vandalismo, extravio, acidente, substituição, etc.

Segundo a etapa onde se originam, encontram-se:

a) Perdas originárias no projeto;

b) Perdas originárias na fabricação e no fornecimento de materiais;

c) Perdas originadas na elaboração do orçamento;

d) Perdas originadas na administração da empresa;

e) Perdas originadas no setor de compras;

f) Perdas originadas no gerenciamento do empreendimento.

Os primeiros resultados sobre perdas de materiais no Brasil foram analisados por Pinto (1989 e 1995). Para ele, a percepção nos vários países de que a produção precisa mudar "acontece não por causa do elevado desperdício de materiais e do indesejado impacto nos custos finais, mas também porque as áreas urbanas disponíveis para a disposição de resíduos estão exaurindo".

O autor concentrou-se nos materiais que, segundo ele, são os maiores geradores de desperdício, como concreto, aço, componentes de vedação, cimento, cal hidratada, areia, argamassa colante e placas cerâmicas.

Seus estudos resultaram em índices obtidos da seguinte forma:

a) quantificação dos serviços a partir da verificação do conjunto de projetos;

b) utilização de indicadores para o cálculo dos materiais teoricamente necessários para a execução de tais serviços (para isso, realizou-se a dedução das parcelas de perdas embutidas nas Composições Unitárias de Custo que foram utilizadas no orçamento).

A perda de materiais, cumpre observar, ocorre em diferentes etapas, tais quais as que seguem nos próximos tópicos.

2.1 As pedras na etapa de recebimento

Na etapa de recebimento dos materiais, é feita a comparação entre o que foi especificado e o que

foi entregue. A perda presente nesta etapa está, então, na diferença entre a quantidade solicitada e a quantidade em condições de uso. Os procedimentos e os critérios para a aceitação dos materiais nos canteiros de obras podem ser vistos pelas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, especificamente as do tipo Especificação Brasileira (EB) ou por outras normas como, por exemplo, normas da empresa.

A ocorrência de perdas no recebimento relacionadas ao aço envolve medidas lineares. Como a compra é feita em massa, pode haver maior consumo de aço, comumente denominada “desbitolamento”, que significa que a massa linear da barra pode ser maior do que a nominal, acarretando assim menor comprimento para uma mesma massa.

A NBR 7480 (ABNT, 1996), que trata deste assunto, tem como limites para o assunto da variação desses valores mais ou menos 6% para diâmetro nominal igual ou superior a 10 mm e mais ou menos 10% para diâmetro nominal inferior a 10 mm. Ou seja, caso a massa linear do aço adquirido esteja próxima ao patamar superior descrito na norma, a empresa terá uma perda na ordem de 6 ou 10% sem que esse material venha a ser efetivamente consumido na edificação. Isso gera um desperdício desnecessário.

2.2 As perdas na etapa de estocagem

A etapa de estocagem pode responder por uma parcela significativa nas perdas totais. Para ENSHASSI (1996), a estocagem inadequada dos materiais nos canteiros é uma das principais razões para a ocorrência das perdas de materiais. Uma etapa geradora de entulho, no qual se faz necessário ter locais de estocagem adequados, organizados e previamente planejados. Para ENSHASSI, a estocagem tem que estar relacionada à seqüência da construção para garantir o mínimo de manuseio passível, isto é, todo o material deve ser separado, identificado e estocado de maneira adequada para ser fácil o controle de estoque. Da mesma forma, as sobras devem ser organizadas para conseguir um reaproveitamento.

2.3 As perdas na etapa de transporte

Nesta etapa, as perdas estão limitadas aos materiais que são susceptíveis a quebras ou aqueles que podem ser derramados durante o trajeto.

A combinação de um correto planejamento do transporte de materiais, com a previsão de caminhos específicos e de equipamentos adequados de transporte, consiste numa medida eficaz para o combate à ocorrência das perdas.

O transporte de concreto, por exemplo, fica susceptível a derramamentos já que carrinhos de mão são rasos e instáveis. Ainda há também, o exemplo do transporte de areia pelos caminhões, estas ficam a mercê do cuidado do motorista devido a má qualidade da cobertura destas no veículo.

2.4 Caso específico da perda de aço

Além do já citado problema com o “desbitolamento”, o aço tem uma grande potencialidade de perda também quanto a um projeto inadequado. Os projetistas estruturais poderiam preocupar-se, além dos aspectos relacionados à segurança estrutural, com os aspectos relacionados à produção das armaduras, especificamente no sentido de aperfeiçoar o corte das barras por meio do estabelecimento de um plano de corte, pelo menos para aqueles diâmetros de uso restrito na edificação, geralmente associados aos pilares. O melhoramento do corte pode ser averiguado pelo do dimensionamento do comprimento da armadura longitudinal de um pilar conforme a NBR 6118 (ABNT, 1980).

2.5 Caso específico da perda de concreto usinado e produzido em obra para a execução de estruturas de concreto armado

A perda do concreto está associada à variação dimensional dos elementos estruturais, muitas vezes

induzidas pela má qualidade do sistema de fôrmas, resultante do mau dimensionamento ou do desgaste dos moldes ao longo da evolução dos pavimentos.

A laje, dentre os elementos estruturais, representa a maior perda nesta função, devido ao volume do concreto envolvido e por ser susceptível à deformação. Deve-se salientar, ainda, que as lajes possuem a dimensão mais susceptível a erros de espessura do que as outras dimensões (comprimento e largura), o que faz com que pequenas sobressessuras representem variações volumétricas significativas.

Entretanto, há aqueles elementos da fundação como, por exemplo, as cortinas, que apresentam uma perda maior, uma vez que em uma das suas faces é comum utilizar o próprio solo como fôrma, sendo este totalmente irregular.

Além dessa perda na variação dimensional, há também perdas quanto a sobras ao final da concretagem, quando não prevista sua utilização em outros elementos estruturais. As sobras podem ser resultantes das quantidades solicitadas superiores às necessárias. Ainda, em relação ao concreto bombeado, as perdas podem ser também originadas pelas sobras que ficam na tubulação da bomba no final da concretagem.

Todas essas perdas foram analisadas em estudo específico de um caso, o qual será descrito a seguir.

3 Estudo de caso - obra Cezarium Residence Club

Inicialmente ressalta-se que os dados deste estudo empreendem-se desde o início da obra. Foram analisadas planilhas como as de Registro de Pedidos e Entregas (RPE), relacionadas ao PBQP-H, onde se têm anotadas as quantidades de concreto usinado e aço entregues na obra. Não se obteve, todavia, acesso às notas fiscais, as quais são mantidas em obra apenas para conferência do material. Fez-se também uma nova quantificação do projeto estrutural – fôrmas e ferragem – do pavimento em estudo, a fim de obter um valor real do consumo do projeto e compará-lo ao valor da tabela de resumos do projeto e da quantidade consumida pela obra.

Para a obtenção dos dados procedeu-se às seguintes ações:

- a)Análise das quantificações de aço e concreto previsto no resumo geral;
- b)Quantificação peça por peça de quantidade de aço e volume de concreto;
- c)Conferência do recebimento dos materiais-contagem de aço e volume de concreto pedido;
- d)Análise de documento - RPE - no que consta o consumo de concreto e aço consumidos por cada pavimento;
- e)Verificação da montagem das peças - dimensões das fôrmas e conferência de ferragens;
- f)Aferições das dimensões das peças já concretadas;
- g)Observação do meio de produção, estocagem de material e separação das sobras - referente ao aço;
- h)Análise das sobras do concreto usinado.

4 Resultados e análises

A análise do processo deteve-se no pavimento TIPO 1, dos blocos A1 e A2. No que se diz respeito ao aço, em seu recebimento é conferido o número de barras de acordo com uma tabela que converte a quantidade em quilos (kg), expressa na nota fiscal, para barras. São também conferidos por amostra-



Figura 1. Separação do aço na estocagem.

gem o comprimento e a espessura das barras, além de cobrado um laudo técnico do fornecedor. O material é separado e nomeado de acordo com a bitola, e as sobras são separadas em resíduos finos ou grossos.

Não houve até o momento, levando consideração que a obra se encontra em estágio final, nenhum problema de falta de material em conformidade com a nota fiscal e com as dimensões (desbitolamento e comprimento). Em análise do projeto, todavia, houve uma diferença considerável na quantificação geral do projeto e na calculada peça por peça. Foi detectado tanto no projeto como em campo, uma perda considerável no

resto dos cortes das barras, principalmente aquelas de bitolas mais espessas, em que pedaços de até 1,50m não tinham aproveitamentos em outras peças estruturais.

Na Tabela (1), encontram-se comparações entre as quantificações, e nas Tabelas (2) e (3) um percentual de perdas em análise de vigas e pilares.

Tabela 1. Estudo do projeto (Verificação de Quantificações-Aço).

	Φ5,0	Φ6,3	Φ8,0	Φ10,0	Φ12,5	Φ16,0	Φ20,0
Peso/Barra (kg)	1,848	2,94	4,74	7,404	11,556	18,936	29,592
Tabela de Resumos (kg)*	846	1197	429	1638	2133	1660	2589
Quantificação Peça/Peça(kg)	800	1315	429	1442	2095	1682	2885
Quantidade Comprada(kg)**	846	1197	429	1638	2133	1660	2589
Sobra/Falta(kg)	46	-118	ok	196	38	-22	-296

**as armaduras de distribuição da laje pré-fabricada não foram quantificadas*

*** quantidade segundo RPE-Aço.*

Tabela 2. Análise de viga (Perdas Consideráveis) Número de barras x Perdas/Barra(m).

	Φ5,0	Φ6,3	Φ8,0	Φ10,0	Φ12,5	Φ16,0	Φ20,0
V7	-	5x0,84	-	7x0,42	2x0,12	-	5x1,50 1x2,00
V26	-	-	4x0,10	-	-	2x2,00	1x2,00 4x1,00
V36	-	4x1,00	5x0,80	-	1x1,05	-	3x0,84
V53+V54	3x0,24	-	2x0,12	-	-	-	-
V70	-	14x1,00	3x0,80	-	1x0.50	-	2x1,00
Sobra%	2%	7 a 9%	1 a 7%	4%	1 a 9%	16%	7 a 17%

Tabela 3. Análise de pilares (Perdas Consideráveis) Perdas/Barra x Quantidade de Pilares(m).

	Φ5,0	Φ6,3	Φ8,0	Φ10,0	Φ12,5	Φ16,0	Φ20,0
Em 57 pilares(m)	0.20 a 0.30/ barra	-	-	6x2,00	2x1,00 10x1,65 3x2,00	2x1,00 7x2,00 1x1,80	-
Sobra%	2,5%	-	-	17%	8 a 17%	8 a 17%	-

4.1 Dados relevantes

Com o estudo do caso, chegou-se a algumas análises. Em cada 40 barras de ferro 5 mm, uma é perdida sem condição de reaproveitamento a perda de 2,5%.

Em cada 30 barras de ferro 10 mm, uma é perdida sem condição de reaproveitamento a perda de 3,5%.

Em cada 100 barras de ferro 12,5mm, uma é perdida sem condição de reaproveitamento a perda é, então, de 1%.

Em se tratando do concreto, todo aquele que se diz estrutural é usinado, sendo que alguns pilares e cintas de amarração para a alvenaria (como, por exemplo, churrasqueiras, contra vergas, vergas, etc.), bem como 60% do concreto não estrutural, são feitos em obra. Não corresponde a uma quantidade significativa se comparado ao estrutural.

Pelo estudo dos pavimentos, ambos concretados com bombas lança, puderam-se analisar os seguintes dados da Tabela (4). Para o estudo da perda do concreto usinado, foram lançados dados sobre a quantificação do resumo do projeto e sobre a quantificação peça por peça comparando-se ao Registro de Pedidos e Entrega-Concreto Usinado (RPE-CU), planilha utilizada pela construtora para controle de agendamento e consumo de concreto.

Tabela 4. Verificação de quantificações-Concreto Usinado.

Pavimento	Tabela de Resumo (m³)	Volume cal- culado peça à peça (m³)	Volume obtido pelo RPE-CU (m³)
Tipo 1 A1	111,70	121	127
Tipo 1 A2	111,70	121	121,5

Pela análise dos dados pôde-se observar que houve um erro de quase 8% do volume do resumo da quantificação do projeto e do quantificado peça por peça e uma perda de 6m³, aproximadamente 5%, na primeira concretagem, devido à má amarração das vigas, ao desempenamento da laje, à perda no cocho da bomba-lança (volume: aprox.0,35m³), às perdas indevidas de execução. Tais problemas foram resolvidos na segunda concretagem com perda de apenas 0,5m³ em comparação ao volume calculado por peça.

No estudo relacionado ao aço e ao concreto, apresentam-se os seguintes comentários:

- a)O baixo índice das perdas de concreto ocorre devido ao motivo da concretagem ser bombeada;
- b)Com relação à quantificação do concreto do resumo x peça à peça, observa-se que o orçamento feito em cima da quantificação global apresentada pelo projeto pode trazer uma diferença de custo significativa no final da obra;
- c)A diminuição da primeira concretagem em relação à segunda, observada no estudo, é devido a uma fiscalização mais rígida durante a montagem das fôrmas, o momento de concretagem e desempenamento da laje, pelo corpo técnico da obra;
- a)Para os cortes consideráveis, existe a consciência em reutilização das sobras para fabricação de peças não estruturais e para a própria segurança;
- b)Com relação à quantificação do aço do resumo x peça à peça, observam-se que houve um erro considerável e por ter uma previsão de compra para cada dois pavimentos, dificilmente há uma interrupção da mão-de-obra por falta de material.

5 O que se fazer com a sobra

Pelo acompanhamento da obra, observou-se que se tenta dar um reaproveitamento às sobras de aço e concreto tanto para peças não estruturais da edificação como para instalações provisórias no canteiro.

Para as sobras de aço são colocadas em um lugar específico e separadas como resíduos finos e grossos, e o que não tem devido fins, entulhado em um lugar específico para seu recolhimento.

Grande parte das sobras de bitolas de 5 e 6,3mm, de no mínimo 30cm de comprimento são usadas para fabricação de estribos para as vigas e os pilares de amarração, os quais normalmente têm dimensões bem reduzidas. Para as bitolas de 8 e 10mm, são usadas para o apoio dessas estruturas de amarração. Já os diâmetros de 12,5 a 20 mm têm um aproveitamento temporário e, após o seu tempo de utilização, são recolhidas pelo depósito da empresa e vendidas para pequenas empresas de reciclagem, as quais darão seu devido fim.



Figura 2. Reaproveitamento de sobras do concreto da bomba (para formar a base do elevador de serviço).



Figura 3. Separação das sobras (em resíduos grossos).



Figura 4. Restos não reaproveitados.

Para o aproveitamento em obra, essas barras, na maioria das vezes, são chumbadas durante a concretagem, nas periferias das lajes, dentro das vigas, na posição vertical, colocadas a cada dois metros, com finalidade de servir como apoio para a execução de guarda-corpos, exigência de Normas da construção. Cumpre observar que a empresa deveria ter um suporte, cilíndrico, oco de material galvanizado, onde deverá ser encaixada cada barra vertical. Com isso se tem uma maior facilidade de montar e desmontar os guarda-corpos. Além desse uso, essas barras com maiores bitolas são usadas para travamentos de fôrmas para execução de caixa d'água, cisternas, poço de elevados e paredes de concreto, garantindo uma melhor segurança nos painéis.

Com relação ao concreto, as quantificações sempre foram feitas na obra por quantificação de peça à peça. Então, as sobras nunca passaram de quantidades exageradas, variando até um metro cúbico. Uma das sobras inevitáveis ocorreu com o cocho da bomba, neste caso essa sobra foi usada para confecção de vergas e contra-vergas, vigas e pilares de amarração, quando esses coincidem com a data de concretagem. Quando não se havia sido iniciada a alvenaria, esses restos foram usados para execução de pisos nas garagens, para colocação de betoneiras, montagem de ferragem, construção dos pisos das baias de areia, argamassa, brita, base do elevador e, quando não havia nada preparado para uma eventual sobra, esta foi usada para tapar as depressões na pista de acesso de caminhões de entregas de material. O reuso do material da construção ainda é pouco utilizado no Brasil, entretanto, as empresas que fazem o uso desta têm uma maior probabilidade de se sobressair sobre suas concorrentes.

6 Conclusão

De uma maneira geral, encontram-se perdas não desprezíveis na construção de uma obra. Segundo uma pesquisa realizada, Souza, et al. em Perdas de materiais nos canteiros de obras: a quebra do mito, diz que "o desperdício seria apenas uma parcela evitável de tais perdas; a quantificação de tal parcela passa, sem dúvida, por uma análise custo-benefício, isto é, estimação de quanto se ganha minimizando as perdas e quanto isso custa".

Mediante a este estudo constataram-se causas simples de serem combatidas. Perdas que provavelmente não tenham sido combatidas anteriormente por puro desconhecimento quanto a sua ocorrência.

Em resumo acredita-se que ter os números das perdas de materiais em tabelas e explicadas quanto a sua ocorrência, seja importante para cada empresa/obra. Assim, pode-se ter uma contínua percepção dos consumos que ocorrem nos seus canteiros.

Pela análise feita em obra pôde-se observar que o PBQP-H, além de trazer qualidade e controle executivo das etapas de construção, pode também conscientizar o desperdício. Por causa do programa, a empresa oferece aos funcionários, que são terceirizados, treinamento, no qual eles são esclarecidos sobre como efetivar cada tarefa e

conscientizados a dar a menor perda possível e melhor qualidade para cada etapa. Isso é visível na obra, todavia, ainda assim existe uma perda, não muito grande, mas que poderia ser minimizada.

Ressalta-se ainda que as críticas feitas à construção civil, tratando-a como inerentemente desperdiçadora, não são aplicáveis a todas as obras. Algumas empresas possuem resultados de perdas extremamente baixos. No entanto, percebe-se que também existem empresas em situações preocupantes, correndo o risco de não estarem mais no mercado no futuro, conforme afirma PICCHI, anteriormente citado (item 1).

7 Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118. Rio de Janeiro, 1980.

LANTELME, V. M. Elvira. Proposta de um sistema de indicadores de qualidade e produtividade para a construção civil. **Artigo Científico**. Universidade do Rio Grande do Sul. Curso de Pós Graduação em Engenharia Civil. Porto Alegre, 1994.

PICCHI, F. Lean principles and the construction main flows. **8th Annual Conference of the International Group for Lean Construction**, Brighton, UK, 2000.

PINTO, T.P. **Perda de materiais em processos construtivos convencionais**. Universidade Federal de São Carlos, 1989.

SOIBELMAN, L. **As perdas de Materiais na Construção de Edificações sua Incidência e Controle**. 1993. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1993^a.

Responsabilidade de autoria

As informações contidas neste artigo são de inteira responsabilidade de seus autores. As opiniões nele emitidas não representam, necessariamente, pontos de vista da Instituição.